

Biosphäre als Vorbild

Chemie mit solaren Grundstoffen

Wer die Biosphäre als Vorbild sieht, steht schnell unter Verklärungsverdacht. Ihre Leistungen gering zu schätzen ist jedoch kaum rationaler. Zukunftschemie liegt in kluger Anwendung bester wissenschaftlich-technischer Methoden auf Gewinnung, Verarbeitung und minimal-invasive Modifikation solarer Grundstoffe.

Von Hermann Fischer

Die Geschichte der Chemie ist auch eine Emanzipationsgeschichte. Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts war der Gebrauch von Stoffen durch den Menschen weitgehend gebunden an die Substanzen anorganischer und organischer Art, welche die Natur lieferte und die oft lediglich in geringem Umfang in ihrer chemischen Identität modifiziert wurden.

Selbst das Konzept der Alchemie, das in der frühen Neuzeit einen souveräneren Umgang mit den vorgefundenen Materialien zum Programm hatte, sah ihr Ideal vor allem in einer Beschleunigung von chemischen Prozessen, die in der Natur ohnehin ablaufen (Eliade 1956).

Chemie – auch eine Emanzipationsgeschichte

Mit der Entwicklung der modernen chemischen Industrie kurz nach 1850 kam es dann erstmals zu einer weitgehenden Loslösung von den Eigenschaften und Bedingungen des Vorgefundenen. Die Initialzündung zu diesem Loslösungsprozess erfolgte im Bereich der synthetischen Farbstoffe, die aus dem seit der industriellen Revolution reichlich vorhandenen, eher lästigen Steinkohlenteer hergestellt werden konnten.

Die ersten synthetischen Farbstoffe hatten mit ihrer vorher nie gekannten Brillanz und Prägnanz auf das Publikum eine geradezu sensationelle Wirkung. Nachdem den Farbstoffen bald erste synthetische Medikamente und Polymere folgten, war die künstliche Herstellung von (organischen) Stoffen jedweder Art scheinbar nur noch eine Frage der Zeit (Travis 1993).

Nachdem der knapper werdende Rohstoff Steinkohlenteer dann im 20. Jahrhundert durch das scheinbar unbegrenzt verfügbare Erdöl ersetzt worden war, schien es für die Chemie weder materielle noch konzeptionelle Grenzen zu geben. Die althergebrachten Naturprodukte gerieten ins Hintertreffen, galten als nicht mehr zeitgemäß. Entsprechend entwickelte sich ein besonderes Selbstverständnis der Chemiker, zu dem

nicht nur die Erfindung einer Flut von Stoffen mit neuartigen Eigenschaften, sondern auch die großen wirtschaftlichen Erfolge der entstehenden chemischen Großindustrie beitrugen. Chemiker sahen sich als die Speerspitze eines schier unaufhaltsamen Fortschritts, in welchem die natürlichen Stoffbildungsprozesse der belebten Welt keinen Platz mehr hatten (Greiling 1938). In diese Phase fiel auch die unheilvolle Allianz der Chemie als eroberungswillige Industrie mit den totalitären Bestrebungen des Nazi-Regimes.

Das Ideal einer Loslösung der Chemie von den überkommenen stofflichen und prozessualen Bindungen schien in den ersten Jahrzehnten nach dem Zweiten Weltkrieg nahezu erfüllt zu sein. Viele Menschen sahen die neuartigen Polymere, Kunstfasern, Synthesefarben, Arzneiwirkstoffe, Pestizide, für die es keine natürlichen Vorbilder mehr gab, als Ausdruck von Modernität und Fortschrittlichkeit par excellence. Entsprechend erreichte das Selbstbewusstsein der treibenden Akteure in Wissenschaft und Industrie einen Höhepunkt.

Erste Brüche in der konventionellen Chemie

Diese Erzählung erfuhr jedoch gegen Ende der 1960er Jahre zunehmend Brüche und Verunsicherungen. Indizien für mögliche Grenzen des Wachstums, Hinweise auf Gesundheits- und Umweltschäden durch moderne Chemikalien (Carson 1963), erkennbare Risiken der angewandten Syntheseprozesse, aber auch ein wachsendes Unbehagen an den ästhetischen Eigenschaften der neuartigen Chemieprodukte ebneten einer aufkommenden Kritik an den Grundlagen und Folgen der modernen Chemie den Weg.

Sehr früh führte diese erwachende Kritik zur Frage nach denkbaren Alternativen. Dabei kam eine bloße Modifikation und „Entschärfung“ der aktuellen Grundstoffe, Prozesse und Produkte nicht infrage, mangelte es doch dem dominierenden Rohstoff Erdöl als nicht erneuerbarem Rohstoff grundsätzlich an Zukunftsfähigkeit. Auch die gängigen Verfahrensweisen, beispielsweise mit halogenierten Intermediaten, wurden wegen ihrer unvermeidlichen Umwelt-, Gesundheits- und Störfallrisiken als Modellprozesse für eine nachhaltige Chemie ausgeschlossen (Henseling 1990).

Neben der mittel- und langfristigen unausweichlich abnehmenden Verfügbarkeit fossiler Kohlenstoffquellen für die Herstellung organisch-chemischer Alltagsprodukte war es aber auch die prekäre Entsorgung von Neben- und Abfallprodukten, der hohe Energiebedarf zur Erzwingung vieler Reaktionspfade und vor allem die grundsätzlich mangelhafte Langzeit-

erfahrung mit den seit etwa 1860 in der Chemie angewandten Verfahrenstechniken, Reaktionsprozessen und Syntheseprodukten, welche die Suche nach Alternativen für eine Chemie in der postfossilen Ära stimulierten.

Die Renaissance der Biosphäre als Chemieproduzent

Es war naheliegend, bei dieser Suche den Blick auf die vielfältigen chemischen Prozesse in der belebten Umwelt, der Biosphäre, zu richten. Hier finden wir alle Anforderungen an eine nachhaltig umweltverträgliche und zukunftsfähige Chemie bereits verwirklicht – und das mit einem Erfahrungshorizont von vielen Millionen Jahren, in denen die Evolution chemische Synthese- und Abbauprozesse erprobt und so optimiert hat, dass die gleichzeitige Entwicklung eines enormen Artenreichtums nicht nur nicht gefährdet, sondern in wechselseitigen Anpassungsprozessen gefördert wurde.

Wesentlicher Elementarprozess der biosphärischen Synthese komplexer Substanzen ist die Aufnahme und Verarbeitung von Sonnenenergie mittels Fotosynthese. Die solare Energiequelle ermöglicht es, in der Biosphäre zahlreiche „Inseln der Ordnung“ im ansonsten dominierenden Meer entropiegetriebener Dissipation zu schaffen.

Anders als bei der Nutzung lokal erzeugter Energie zur Stimulation chemischer Syntheseprozesse – wie sie in der konventionellen Chemieindustrie üblich ist – bleiben die physikalisch unvermeidlichen Schadwirkungen jeder Energieerzeugung auf der Sonne selbst und beeinträchtigen daher die Bedingungen der Fotosynthese nicht. Diese geniale räumliche Entkopplung ist unnachahmlich.

Die biosphärische Stoffherzeugung, die im Wesentlichen auf Fotosynthese beruht (beziehungswise auf der nachfolgenden Verstoffwechslung der von Tieren oder Mikroorganismen aufgenommenen Pflanzennahrung), ist auch in quantitativer Hinsicht beeindruckend. Sie übersteigt die Gesamtproduktion an organischen Chemikalien aller Chemiefabriken der Welt um etliche Größenordnungen (Abschätzungen dieses quantitativen Aspektes finden sich z. B. in Fischer 2012).

Natürlich stellt jede Entnahme von Stoffen aus dem natürlichen Substanzkreislauf der Biosphäre eine Störung dieser Abläufe dar. Jedoch ist bei Beachtung strenger ökologischer Maßstäbe für diese Eingriffe eine nachhaltige oder gar irreversible Schädigung der Naturkreisläufe vermeidbar. Allerdings schließen solche ökologischen Kriterien, die auch einen Erhalt der natürlichen Biodiversität umfassen müssen, viele der heute gängigen Technologien einer industriell ausgerichteten Landnutzung wie großflächige Brandrodung, Monokulturen oder den massiven Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden aus.

Neben der Eleganz, Fehlerfreundlichkeit, Dezentralität, Variabilität und Produktivität der Erzeugung chemischer Substanzen durch Fotosynthese macht ein weiterer Aspekt diese solare Stoffbildung besonders attraktiv. Für praktisch jede Chemikalie, die fotosynthetisch gebildet wird, gibt es entsprechende pass-

genaue natürliche Abbauprozesse. Beide Prozessarten stehen, betrachtet über mittlere Zeiträume, in qualitativem und quantitativem Gleichgewicht. Dieses Zusammenspiel hat über Jahrmillionen eine schädliche lokale Überakkumulation von Stoffen wirksam verhindert. Wo eine solche Akkumulation durch geologische Prozesse doch stattfand, zum Beispiel bei der Bildung fossiler Erdöl- oder Kohlelagerstätten, fand diese in Form einer sicheren Deponierung fern von den fortlaufenden chemischen Aktivitäten der Biosphäre statt.

Die Chemie der Zukunft ist solar

Organische Chemie auf der Basis nicht erneuerbarer Rohstoffe hat schon aus Gründen der Logik langfristig keine Zukunft. Dabei sind Abschätzungen über die tatsächliche Reichweite unserer fossilen Kohlenstoffquellen eher sekundär. Sie beeinflussen allenfalls das Tempo der Konversion, nicht jedoch deren grundsätzliche Unausweichlichkeit. Auch Recycling-Anstrengungen helfen da kaum weiter. Hoher Energieaufwand und funktionale Wertminderungen sind dabei unvermeidlich.

Eine Chemie auf solarer, das heißt fotosynthetischer Grundlage ist eine enorme Herausforderung für Wissenschaft, Industrie und Gesellschaft. Eine bloße Konversion der heute verfügbaren organisch-chemischen Alltagsprodukte zu solchen auf biogener Grundlage macht wenig Sinn. Es geht vielmehr darum, die anstehende Konversion auch als Chance für eine grundlegende Veränderung unseres materiellen und energetischen Konsumverhaltens zu nutzen.

Zahlreiche Beispiele der heute bereits verfügbaren biogenen Chemieprodukte zeigen, dass eine Mengenreduktion ohne Einbuße an Nutzungsqualität möglich ist. Eine mittelfristige Reduktion des Stoffgebrauchs um beispielsweise einen Faktor Vier ist nicht nur ohne Verlust an Lebensqualität möglich. Eine solche Reduktion mindert zugleich den zunehmenden Druck, der ohnehin bereits auf den land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen auf unserem Globus lastet.

Literatur

- Carson, R. (1963): *The Silent Spring*. Houghton Mifflin, New York.
 Eliade, M. (1956): *Forgerons et alchimistes*, Flammarion, Paris.
 Fischer, H. (2012): *Stoff-Wechsel. Auf dem Weg zu einer solaren Chemie für das 21. Jahrhundert*. Kunstmann, München.
 Greiling, W. (1958): *Chemie erobert die Welt*. Berlin.
 Henseling, K.-O. (1990): *Chlorchemie – Struktur und historische Entwicklung*. Schriftenreihe des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung 42/90, Berlin.
 Travis, A. (1993): *The Rainbow Makers: The Origins of the Synthetic Dyestuffs Industry in Western Europe*. London.

AUTOR + KONTAKT

Hermann Fischer ist Gründer und Hauptaktionär der AURO Pflanzenchemie AG.

AURO Pflanzenchemie AG. Alte Frankfurter Straße 211, 38122 Braunschweig. E-Mail: fischer@auro.de

